

# PERBEDAAN KUAT TEKAN SEGMENT KOLON MODULER BETON PECAHAN GENTENG DENGAN SEGMENT KOLON MODULER BETON PECAHAN BATA MERAH PADA RUMAH TUMBUH <sup>1)</sup>

Chundakus Habsya <sup>2)</sup>

## ABSTRACT

*The objectives of this research were: (1) is there any difference between compressive strength the moduler column segment of tile fraction concrete with the moduler column segment of red brick fraction concrete (2) is there any difference between specific gravity the moduler column segment of tile fraction concrete with the moduler column segment of red brick fraction concrete (3) percentage of clay fulfilling of optimal quality moduler column segment.*

*This research used the quantitative method experiment by compression test. Population used by 33 moduler column segment 150 mm x 150 mm x 300 mm with variation of the percentage of red brick fraction and tile fraction replacement 0%, 20%, 40%, 65%, 80%, 100%. Data Technique analyzes used was the equations mark with lines the regression with the level significance 1%.*

*Conclusion from this research is: (1) There was difference between compressive strength the moduler column segment of tile fraction concrete with the moduler column segment of red brick fraction concrete. On the moduler column segment of tile fraction concrete with percentage of 40%, 60% compressive strength equal to 15.81 Mpa and 15.04 Mpa fulfill the structure standard and the moduler column segment of red brick fraction concrete with percentage of 40%, 60% compressive strength equal to 8.92 Mpa, and 6.56 Mpa not fulfill the structure standard (2) There was difference between specific gravity the moduler column segment of tile fraction concrete with the moduler column segment of red brick fraction concrete at variation of percentage of 40% and 100%. (3) Optimal quality of moduler column segment of tile fraction concrete with percentage of 40%, compressive strength 15.81 Mpa, specific gravity 2217.05 kg/m<sup>3</sup>.*

**Key words:** *moduler column segment, tile fraction concrete and red brick fraction concrete, concrete compressive strength*

## PENDAHULUAN

Rumah merupakan kebutuhan pokok manusia, oleh karena itu selama ada pertumbuhan penduduk maka kebutuhan rumah selalu meningkat. Hal tersebut mendorong berbagai aktor pembangunan melakukan pembangunan rumah tinggal. Namun data menunjukkan bahwa pelaksanaan penyediaan (*supplay*) selalu lebih rendah dari kebutuhan (*demand*), tahun 2005 kekurangan rumah 13 juta (BPS 2005), pengadaan rumah sederhana sehat (RSH) tahun 2006 baru terpenuhi 58% dari target yang seharusnya 100% (Kompas, Kamis, 4 Januari 2007).

Sementara itu dalam pembangunan rumah tinggal, hampir semua komponen bangunan dikerjakan di lapangan, khusus untuk pembuatan sloof, kolom dan balok harus menyiapkan papan bekisting, tulangan dan adukan beton, baru kemudian dilakukan pengecoran ditempat. Cara pelaksanaan seperti ini memerlukan waktu lama dan dengan harga yang relatif mahal

Keadaan demikian akibat belum adanya produk kolom bangunan rumah tinggal siap pakai yang dijual di toko-toko bahan bangunan. Produk

kolom yang ada, baru tiang untuk teras dengan berbagai ornamen, atau tiang untuk pagar dengan ketinggian terbatas dan produk kolom dan panil beton untuk pagar bangunan industri.

Sebagai inovasi dan upaya untuk menjawab hal tersebut telah dilakukan Perencanaan Dan Perancangan Segmen Sloof, Kolom, Balok Ring dan Balok Kuda-kuda Moduler Rumah Sederhana Tumbuh (C Habsya, 2005). Sebagai langkah lanjutan dalam penelitian akan dikaji segmen kolom moduler. Kolom sebagai komponen struktur bangunan yang tugas utamanya menahan gaya tekan maka dalam penelitian akan dikaji kuat tekan segmen kolom moduler beton pecahan genteng dan pecahan bata merah,

Penggunaan pecahan genteng dan pecahan bata merah sebagai pengganti sebagian agregat kasar merupakan upaya pemanfaatan limbah industri bahan bangunan yang selama ini hanya untuk bahan timbunan ataupun dibuang, selain itu keduanya memiliki karakteristik yang hampir sama yaitu relatif lebih ringan dibandingkan dengan kerikil (agregat kasar) sehingga diharapkan segmen kolom moduler yang dihasilkan mempunyai berat jenis yang lebih ringan tetapi masih memenuhi standar

1) Artikel Penelitian

2) Dosen Pendidikan Teknik Bangunan FKIP, UNS

beton struktur. Dengan memanfaatkan limbah buangan diharapkan lebih mendayagunakan bahan-bahan tidak terpakai, produk akan lebih ringan dan harga lebih murah. Adapun perumusan masalah sebagai berikut:

1. Adakah perbedaan kuat tekan segmen kolom moduler beton pecahan genteng dengan segmen kolom moduler beton pecahan bata merah?
2. Adakah perbedaan berat jenis segmen kolom moduler beton pecahan genteng dengan segmen kolom moduler beton pecahan bata merah?
3. Berapakah prosentase tanah liat bakar agar didapat mutu segmen kolom moduler yang optimal?

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan kuat tekan segmen kolom moduler beton pecahan genteng dengan segmen kolom moduler beton pecahan bata merah.
2. Untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan berat jenis segmen kolom moduler beton pecahan genteng dengan segmen kolom moduler beton pecahan bata merah
3. Untuk mengetahui prosentase tanah liat bakar yang memenuhi mutu segmen kolom moduler optimal.

## Landasan Teori

### 1. Pengertian dan Batasan Rumah Tumbuh

Menurut Undang-Undang No. 4 Tahun 1992 “rumah adalah bangunan yang berfungsi sebagai tempat tinggal atau hunian dan sarana pembinaan keluarga”. Sedangkan tumbuh dalam konteks bangunan rumah tumbuh adalah suatu bangunan dimana luas lantainya bertambah secara horizontal maupun secara vertikal. Oleh karena itu rumah tumbuh dapat digolongkan dalam 3 (tiga) macam pertumbuhan (C Habsya, 2005), yaitu :

#### a. Rumah tumbuh secara horizontal

Yaitu rumah dengan pembangunan bertahap, diawali dengan ruang serbaguna dan km/wc, kemudian sesuai dengan perkembangan kemampuan pemilik, pembangunan dilanjutkan dengan menambah 1 atau 2 ruang secara horizontal seperti ruang tidur atau ruang lainnya yang menjadi prioritas kebutuhan. Demikian seterusnya sampai batas sempurna (optimal luas lantai) dan sesuai dengan kebutuhan ruang yang diperlukan keluarga.

#### b. Rumah tumbuh secara vertikal

Yaitu rumah dengan pembangunan bertahap, diawali dengan pembangunan lantai satu dan kemudian sesuai perkembangan kemampuan/kebutuhan pemilik, selanjutnya

dibangun lantai 2 (dua) untuk memenuhi kebutuhan ruang fungsional keluarga.

#### c. Rumah Tumbuh secara horizontal dan vertical

Yaitu rumah rumah tumbuh baik secara horizontal maupun vertical.

### 2. Segmen Kolom Moduler

#### a. Kolom

Kolom adalah batang tekan vertikal (*frame*) struktural yang memikul beban dari balok. Kolom meneruskan beban-beban dari elevasi atas ke elevasi yang lebih bawah hingga akhirnya sampai ke tanah melalui pondasi (Edward G. Nawy, 1998). Dalam kenyataannya, kolom tidak hanya bertugas menahan beban aksial vertikal, definisi kolom diperluas mencakup tugas menahan kombinasi beban aksial dan momen lentur. (Istimawan Dipohusodo, 1994)

#### b. Moduler

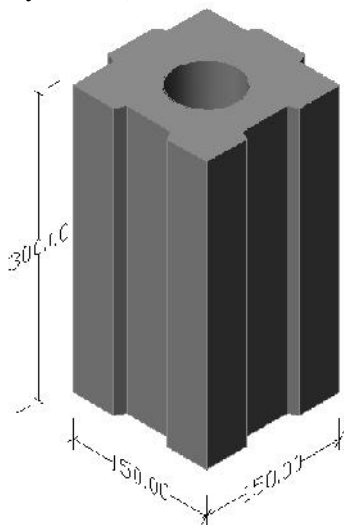
Moduler atau koordinasi moduler adalah merupakan persyaratan dimensi modul arah horisontal dan vertikal yang bertujuan untuk menghemat penggunaan bahan bangunan, komponen dan elemen bangunan, waktu pemasangan dan penggunaan tenaga kerja (SNI 03-1977-1990), dengan persyaratan antara lain: ukuran arah horizontal dan vertikal berdasarkan multimodul, ukuran komponen, elemen dan bangunan mengikuti standar koordinasi moduler, ukuran sambungan antar komponen dan ukuran penampang komponen dan elemen baik struktural maupun non struktural tidak harus moduler.

#### c. Bentuk dan Dimensi Segmen Kolom Moduler

Bentuk komponen kolom, segi empat, bagian tengah berlubang, masing-masing sisi ada takikan (Gambar 1). Sebagai produk komponen bangunan siap pakai dan supaya mudah dan aman dalam pengangkutan, kolom dibuat dalam segmen-segmen berdimensi moduler dengan bentuk sambungan antar segmen merupakan hasil desain yang dapat saling mengunci sehingga dapat dirangkai untuk rumah tumbuh (tipe 21 s/d tipe 70).

Dimensi kolom moduler 150 mm x 150 mm, panjang 300 mm, 600 mm dan 900 mm, bagian tengah segmen berlubang diameter 70 mm, berfungsi meningkatkan kemampuan teknis sebagai struktur yang kaku (*rigid*) dari bangunan rumah tinggal. Pada waktu pelaksanaan lubang diisi 2 batang tulangan diameter 12 mm, begel diameter 6 mm berjarak 20 cm dan adukan semen, pasir dan air. Takikan pada masing-masing sisi kolom untuk ruang masuk komponen dinding dan meningkatkan

peran masing-masing komponen dalam satu sistem struktur bangunan rumah yang kokoh (C Habsya, 2005).



Gambar 1. Segmen Kolom Modular

### 3. Penyusun Kolom

Pada umumnya kolom dibuat dari batang kayu ataupun beton, pada segmen kolom modular ini dibuat dari baton.

#### a. Beton

Menurut R. Sagel dan P. Kole (1994): “Beton adalah suatu komposit dari beberapa bahan batuan yang direkatkan oleh bahan ikat, beton dibentuk dari agregat campuran halus dan kasar ditambah pasta semen”. Menurut Y. Soehardono (1994): “Beton adalah batu buatan terbuat dari empat macam bahan yaitu portland semen, pasir, kerikil atau batu pecah dan air”. Sedangkan Chu Kia Wang dan Charles G. Salmon (1980) berpendapat bahwa :“Beton polos didapat dengan mencampurkan semen, agregat halus, agregat kasar, air dan bahan tambahan campuran lain”

Dari pendapat diatas dapat diambil pengertian bahwa beton adalah perpaduan komponen bangunan yang terbentuk dari tiga macam bahan utama yaitu semen, agregat (pasir dan kerikil), dan air, serta bahan tambah lain yang membentuk suatu kesatuan yang padat. Bahan-bahan utama tersebut yaitu:

#### 1). Semen

Semen adalah bahan yang mempunyai sifat adhesif dan kohesif, digunakan sebagai bahan pengikat (*bonding material*) yang dipakai bersama batu kerikil, pasir dan air. Semen portland akan mengikat butir-butir agregat (halus dan kasar) setelah diberi air dan selanjutnya akan mengeras menjadi suatu massa padat. Menurut Sagel et al (1994) “Semen portland adalah semen hidrolis yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium bersifat hidraulis bersama bahan-bahan tambahan yang biasa digunakan yaitu gypsum”.

Sesuai dengan tujuan pemakaiannya semen portland di Indonesia (SNI -15-2049-1994) dibagi menjadi 5 jenis yaitu ;

Semen Portland tipe I: Semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus

Semen Portland tipe II: Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang

Semen Portland tipe II : Semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan kekuatan awal tinggi setelah pengikatan terjadi

Semen Portland Tipe IV : Semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan panas hidrasi yang rendah.

Semen Portland tipe V : Semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat

#### 2). Agregate

Agregat adalah butiran mineral yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran adukan beton, hampir 74 % dari volume beton. Agregat yang paling banyak digunakan karena sifatnya yang ekonomis adalah pasir dan kerikil. Sifat yang paling penting dari suatu agregat (batu-batuan, kerikil, pasir, dan lain-lain) ialah kekuatan hancur dan ketahanan terhadap benturan, yang dapat mempengaruhi ikatannya dengan pasta semen, porositas, dan karakteristik penyerapan air yang mempengaruhi daya tahan terhadap proses kimia dan penyusutan (Murdock, Brook. 1986).

Syarat agregat yang digunakan pada campuran beton menurut Kardiyono Tjokrodimulyo (1996) adalah sebagai berikut :

a) Agregat tidak boleh mengandung zat-zat organik yang dapat mengurangi mutu beton. Untuk itu bila direndam dalam larutan 3% NaOH cairan diatas endapan tidak boleh lebih keruh dari warna larutan pembanding.

b) Kekentalan terhadap larutan  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  atau  $\text{MgSO}_4$

(1) Terhadap larutan  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , fraksi yang hancur tidak lebih dari 12% berat.

(2) Terhadap larutan  $\text{MgSO}_4$ , fraksi yang hancur tidak lebih dari 10% berat.

c) Untuk beton dengan keawetan tinggi, reaksi agregat terhadap alkali harus negatif.

#### 3). Air

Proporsi air terhadap semen atau faktor air semen (f.a.s) akan mempengaruhi kekuatan beton. Jika f.a.s kecil, maka akan memberikan kekuatan tinggi, akan tetapi beton terlalu keras atau kinerjanya akan berkurang karena sulit

dibentuk. Sedangkan f.a.s yang agak besar akan memberikan kemudahan pada waktu pengerjaan akan tetapi kekuatan beton menjadi rendah.

Menurut Kardiyono Tjokrodimulyo (1996) air yang diperlukan untuk bereaksi dengan semen  $\pm$  25% berat semen. Namun dalam kenyataan nilai faktor air semen yang dipakai sulit kurang dari 35% dan kelebihan air inilah yang digunakan sebagai pelumas. Namun demikian menurut Ferguson dan Phil M (1991) kadang-kadang banyaknya air diatur secara tidak langsung dan kira-kira dengan menentukan kandungan semen yang dinyatakan dengan jumlah zak per kubik yard beton. Air sebagai faktor yang sangat penting dalam pembuatan beton tidak dapat diabaikan begitu saja, maka kualitas air yang dipakai harus memenuhi syarat SNI 06-2413-1991.

#### 4. Pecahan Genteng

Pecahan genteng merupakan limbah yang dihasilkan akibat pecah/retak dalam pengangkutan dari tempat produksi/toko ketempat pelaksanaan pembangunan, dapat pula akibat mutu genteng tidak memenuhi syarat.

Menurut Ismoyo. D.H. (1996): "Genteng keramik adalah suatu unsur bangunan berfungsi penutup atap, dibuat dari tanah liat dengan atau tanpa dicampur dengan bahan tambahan, dibakar dalam suhu tinggi, sehingga tidak hancur direndam dalam air."

Dengan demikian dapat dikatakan bahwa genteng keramik adalah unsur bangunan untuk penutup atap, dibuat dari campuran merata antara tanah liat dan air, dengan atau tanpa bahan campuran lain yang dibentuk sedemikian rupa dalam ukuran tertentu dan dibakar dengan temperatur tinggi sehingga tidak hancur bila direndam dalam air.

#### 5. Pecahan Bata Merah

Menurut SII, 0021-78, "Batu bata adalah unsur bangunan yang dibuat dari tanah liat dan dicetak dalam bentuk prisma segi empat dan dibakar pada suhu tinggi sampai padat dan bila direndam tidak larut dalam air". IGN. Benny Puspantoro (1984) mengemukakan bahwa "Bata merah adalah jenis bahan bangunan yang dibuat dari tanah liat (lempung) dengan atau tanpa penambahan bahan lain kemudian dibakar dengan temperatur tinggi". Kemudian Suwardono (2001) mengemukakan bahwa "Bata merah adalah unsur bangunan yang dibuat dari tanah dengan campuran bahan lain yang dibakar dalam suhu tinggi dan tidak hancur bila direndam dalam air".

Dengan demikian bata merah adalah bahan bangunan yang dibuat dari tanah liat, dicetak

dalam bentuk prisma segi empat dan dibakar pada suhu tinggi sampai padat dan tidak hancur bila direndam dalam air.

IGN. Benny Puspantoro (1984) menyatakan bahwa "Untuk mengetahui secara langsung kualitas bata merah adalah dengan melihat warna bata merah tua, jika diketok bersuara nyaring, permukaan tidak retak-retak, menggoreskan sudut bata merah, dan mematahkan bata merah untuk melihat warna di dalamnya".

#### 6. Kuat Tekan

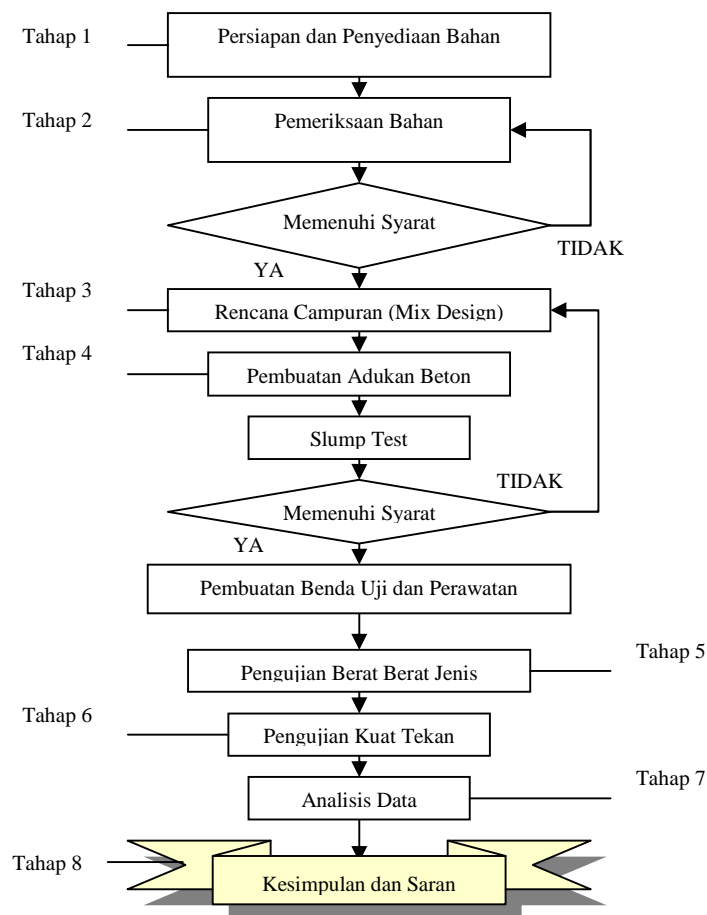
Kekuatan desak beton dipengaruhi oleh banyak faktor, antara lain : mutu semen, perbandingan campuran beton, umur beton, dan pelaksanaan pengecoran beton. Kardiyono Tjokrodimulyo (1996) menjelaskan bahwa "Dalam teori teknologi beton dijelaskan bahwa faktor-faktor yang sangat mempengaruhi kekuatan beton adalah: faktor air semen dan kepadatan, umur, jenis semen, jumlah semen, dan sifat agregat". Menurut Y. Soehardono (1994) mengemukakan : "kekuatan tekan beton adalah kekuatan tekan yang diperoleh dari pemeriksaan benda uji kubus yang bersisi 15 cm pada umur 28 hari. Disamping itu ada juga benda uji silinder dengan garis tengah 15 cm dan tinggi 30 cm".

Sedangkan menurut SK-SNI. T-15-1991-03 (1991) diungkapkan bahwa "kuat tekan beton adalah kuat tekan beton yang ditetapkan oleh perencanaan struktur (benda uji berbentuk silinder diameter 150 mm dan tinggi 300 mm) dipakai dalam perencanaan struktur beton, dinyatakan dalam megapascal (Mpa)"

#### METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen, dengan membuat benda uji berbentuk segmen kolom moduler 150 mm x 150 mm panjang 300 mm, bagian tengah diisi 2 tulangan diameter 12 mm, begel 6 mm berjarak 200 mm (memenuhi SK SNI M – 35 -1991 – 03 bab 3 pasal 3.2 ayat 3.2.2). Prosentase penggantian 0%, 20%, 40%, 65%, 80%, 100%, dari kebutuhan agregat kasar pecahan tanah liat bakar dengan mutu beton rencana 17,5 MPa. Masing-masing variasi berjumlah 3 buah. Sehingga jumlah sampel yang digunakan sebanyak 33 buah.

Selanjutnya dilakukan pengujian kuat tekan beton sesuai dengan standar pengujian SK SNI M- 35 - 1991 - 03. Berikut disajikan bagan alir penelitian:



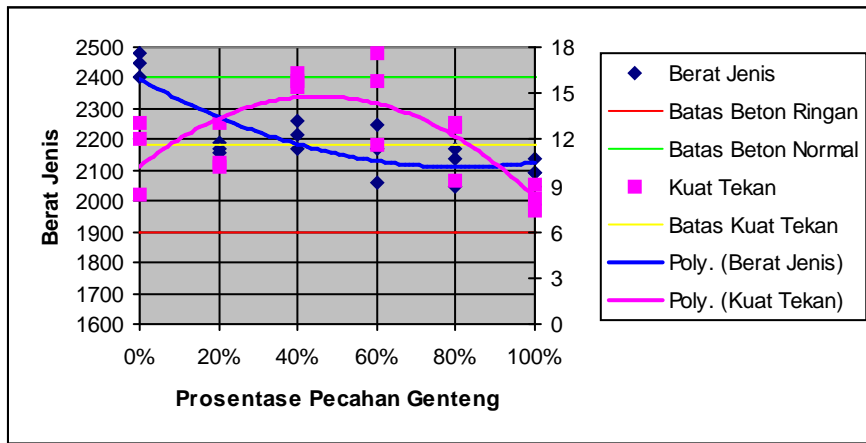
Gambar 2. Bagan Alur Penelitian

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian kuat tekan dan berat jenis setiap variasi adukan dapat dilihat tabel berikut

Tabel 1. Hasil uji Berat Jenis dan Kuat Tekan Segmen Kolom Moduler Beton Pecahan Genteng

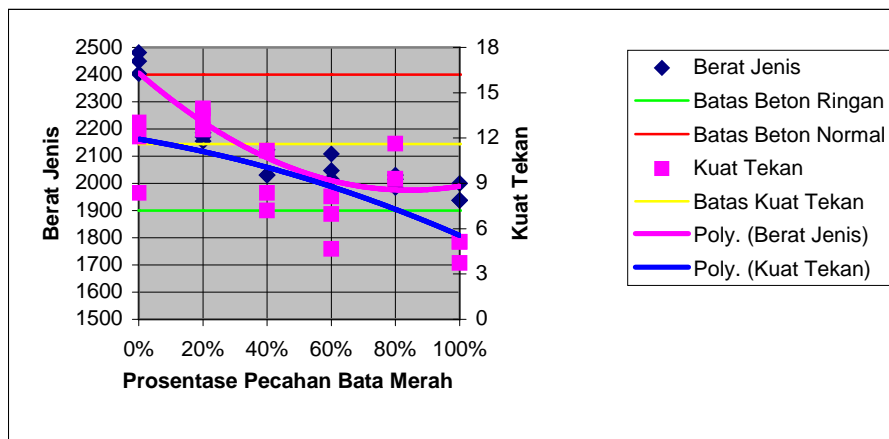
Pro sentase	Berat Jenis (kg/m <sup>3</sup> )	Berat jenis rerata (kg/m <sup>3</sup> )	Kuat Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan rerata (Mpa)	Batas Kuat Tekan	Batas BJ Beton Ringan	Batas BJ Beton Normal
0%	2403.101	2444.44	8.37	11.16	11.6	1900	2400
	2480.620		12.09				
	2449.612		13.02				
20%	2155.039	2170.54	10.47	11.24			
	2186.047		10.23				
	2170.543		13.02				
40%	2217.054	2217.05	15.81	15.81			
	2263.566		16.28				
	2170.543		15.35				
60%	2248.062	2160.21	17.67	15.04			
	2170.543		15.81				
	2062.016		11.63				
80%	2139.535	2118.86	9.30	11.71			
	2046.512		12.79				
	2170.543		13.02				
100%	2093.023	2108.53	7.44	8.22			
	2093.023		8.14				
	2139.535		9.07				



Gambar 3. Grafik Hubungan Berat Jenis dan Kuat Tekan Segmen Kolom Modular. Beton pecahan Genteng

Tabel 2. Hasil uji Berat Jenis dan Kuat Tekan Segmen Kolom Modular Beton Pecahan Bata Merah

Pro sentase	Berat Jenis (kg/m <sup>3</sup> )	Berat jenis Rerata	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan Rerata	Batas Kuat Tekan	Batas BJ Beton Ringan	Batas BJ Beton Normal
0%	2403.10	2444.44	8.3721	11.16	11.6	1900	2400
	2480.62		12.093				
	2449.61		13.023				
20%	2155.04	2170.54	12.558	13.33			
	2186.05		13.953				
	2170.54		13.488				
40%	2124.03	2062.02	8.3721	8.91			
	2031.01		11.163				
	2031.01		7.2093				
60%	2046.51	2056.85	6.9767	6.59			
	2108.53		8.1395				
	2015.50		4.6512				
80%	2015.50	2010.34	9.3023	10.08			
	1984.50		9.3023				
	2031.01		11.628				
100%	1937.98	1954.66	3.7209	4.65			
	2000.00		5.1163				
	1937.98		5.1163				



Gambar 4. Grafik Hubungan Berat Jenis dan Kuat Tekan Segmen Kolom Modular Beton Pecahan Bata Merah.

Dari analisis diperoleh bahwa kuat tekan dan berat jenis segmen kolom moduler beton pecahan bata merah rata-rata lebih rendah dari pada segmen kolom moduler beton pecahan genteng. Hal tersebut terjadi karena kekerasan pecahan bata merah lebih rendah dari pecahan genteng sebagaimana terlihat dari uji absorpsi/abrasi pecahan bata merah lebih besar (17.61%/54.9%) daripada absorpsi/abrasi pecahan genteng (14.85%/44.80%).

Selain itu hasil analisis menunjukkan bahwa kuat tekan segmen kolom moduler yang masih memenuhi syarat struktur (11.6 Mpa) adalah yang menggunakan bahan tambah pecahan genteng dengan prosentase 40%, 60%, kuat tekan yang dihasilkan 15.81 Mpa, 15.01 Mpa, dan 11.71 Mpa. Sedangkan yang menggunakan bahan tambah pecahan bata merah tidak memenuhi syarat struktur.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### 1. Kesimpulan

- a. Ada perbedaan kuat tekan segmen kolom moduler beton pecahan genteng dengan segmen kolom moduler beton pecahan bata merah. Pada segmen kolom moduler beton pecahan genteng prosentase 40% dan 60%, kuat tekan sebesar 15.81 Mpa dan 15.04 Mpa memenuhi standar struktur (11.16 Mpa) sedangkan prosentase 100%, kuat tekan sebesar 8.22 Mpa tidak memenuhi standar struktur. Untuk segmen kolom moduler pecahan bata merah prosentase 40%, 60% dan 100%, kuat tekan sebesar 8.92 Mpa, 6.56 Mpa dan 4.65 Mpa tidak memenuhi standar struktur.
- b. Ada perbedaan berat jenis segmen kolom moduler beton pecahan genteng dengan segmen kolom moduler beton pecahan bata merah pada variasi prosentase 40% dan 100% dengan berat jenis lebih kecil daripada berat jenis beton normal tetapi lebih besar dari beton ringan.
- c. Mutu segmen kolom moduler optimal adalah segmen kolom moduler berkekuatan tekan paling tinggi dengan berat jenis lebih ringan dari beton biasa yaitu segmen kolom moduler pecahan genteng variasi prosentase 40%, kuat tekan 15.81 Mpa, berat jenis 2217.05 kg/m<sup>3</sup>

### 2. Saran

- a. Hasil penelitian ini merupakan bagian road map penelitian Pra-Pabrikasi Rumah Sederhana Tumbuh Tahan Gempa sehingga perlu dilakukan penelitian-penelitian berikutnya untuk sampai kepada produk pra-pabrikasi komponen rumah sederhana tumbuh

tahan gempa yang dapat dimanfaatkan masyarakat untuk bangun rumah lebih murah, cepat dalam pelaksanaan dan dapat dibangun bertahap..

- b. Untuk sampai kepada produk Segmen Kolom Moduler Beton Pecahan Genteng siap pakai perlu dilakukan rancang bangun alat pencetak segmen kolom moduler.
- c. Hasil penelitian ini dapat dijadikan referensi mengenai pemanfaatan limbah pecahan genteng maupun limbah pecahan bata merah sebagai campuran dalam pembuatan beton.

## Ucapan Terimakasih

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Kepala Laboratorium PTB dan staf yang telah membantu kelancaran pelaksanaan penelitian dan Pimpinan Program PTB dan PTK FKIP UNS yang telah memberikan dorongan dan kemudahan pelaksanaan penelitian, serta saudara Bayu dan Agus, mahasiswa PTB yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1985. *Sekilas Tentang Bahan Bangunan Keramik Dari Tanah Liat. Majalah Berita Industri XVII*. Jakarta : Departemen Perindustrian
- Chu, Kia Wang dan Charles G.S. 1996. *Desain Beton Bertulang*. Jakarta : Erlangga
- Chundakus Habsya. 2005. *Perencanaan Dan Perancangan Pra-Pabrikasi Rumah Sederhana Tumbuh Tahan Gempa, Surakarta*, Lembaga Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat UNS Surakarta
- Ferguson, dan Phil M. 1991. *Dasar Dasar Beton Bertulang*. Jakarta : Erlangga
- Gambhir. 1986. *Concrete Technology*. New Delhi : Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited
- Beny Puspantoro. 1984. *Konstruksi Bangunan Gedung Volume I*. Yogyakarta : Andi Offset
- Ismoyo DH. 1996. *Teknik Beton Bertulang*. Jakarta: Rinneka Cipta.
- Kardiyono Tjokrodimulyo. 1995. *Teknologi Beton*. Yogyakarta : Nafiri
- Kompas, Kamis 4 Januari 2007.
- Murdock dan Brook. 1986. *Bahan dan Praktek Beton*. Jakarta : Erlangga
- Soehardono, Y. 1996. *Struktur Beton I*. BPK UNS FKIP PTK PTB. Surakarta : UNS Press
- Sudjana. 1991. *Metode Statistika Edisi Kelima*. Bandung : Tarsito

Yayasan Dana *Normalisasi* Indonesia Dewan  
Bagian Bangunan. 1969. *Peraturan Umum  
Genteng Keramik Indonesia*. Bandung :  
LPMB

Zainal A Z. 1997. *Menghitung Anggaran Biaya  
Bangunan*. Jakarta : Gramedia